

USO DE BALANÇAS PARA ENTENDIMENTO DOS TERMOS DE EXATIDÃO E PRECISÃO

Gelbis Martins Agostinho¹

Gilmar Santos Costa²

RESUMO

As medidas físicas são facilmente confundidas pela sociedade em geral, até mesmo por estudantes de graduação. Diante disso o presente trabalho busca apresentar um relato de experiência que um aluno do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Fluminense Campus Campos Guarus teve por meio de uma aula prática da disciplina de Química Analítica. Nessa aula prática buscou-se elucidar os termos mais embaraçados relacionado às medições físicas, como massa, peso, exatidão e precisão. A metodologia aplicada foi a comparação de precisão e exatidão entre balança comum de bancada e semi analítica. Ao final da prática foi possível compreender a diferença entre as medidas físicas e elucidar os ensinamentos apresentados pelo professor. Ou seja, foi possível fazer a relação entre teoria e prática.

Palavras-chave: Balança, Exatidão, Precisão, Aula prática, Química Analítica.

INTRODUÇÃO

O uso de medidas de massas estão presentes no dia a dia de todos, porém a forma com que algumas pessoas compreendem seus resultados não possui uma coerência com a norma culta ou proximidade com a precisão e exatidão das medidas mostradas pelas balanças.

A menção da palavra balança aponta dois fatores: massa e peso. Onde equivocadamente algumas pessoas usam esses termos de forma igualitária. É sabido e cientificamente comprovado, que a massa é a propriedade específica de um corpo, ou seja, não sofre variação pela sua localização espacial. Já o peso é o representante da física newtoniana que depende da força da gravidade e da massa do corpo, assim, podendo sofrer variação pelas forças físicas ao seu redor, como atmosfera e campo elétrico por exemplo (AFONSO & SILVA, 2004).

A evolução da balança está diretamente relacionada ao desenvolvimento científico e econômico, onde a partir de um dado momento na história, o interesse aponta para a quantidade de matéria de um objeto, isto é, sua massa. Sendo assim, a balança que é um

¹Graduando do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFF/Campus Campos Guarus, gelbismartins@email.com;

²Gilmar Santos Costa: Doutor, Instituto Federal Fluminense-IFF/Campus Campos Guarus, gilmariff@gmail.com

instrumento que foi desenvolvido e melhorado ao longo do tempo, para que possa medir a massa de um corpo e não o seu peso.

Não obstante ao conflito causando nas distinções entre massa e peso, também é possível encontrar embaraços na compreensão entre precisão e exatidão. A precisão está relacionada a proximidade que encontra-se os valores apresentados de uma amostra, já a exatidão refere-se a um valor encontrado que está mais próximo ao valor real da amostragem.

Assim, em medições e análises laboratoriais, balanças com elevado grau de exatidão são necessárias para obterem as massas o mais próximo do valor real do corpo aferido. Entretanto, balanças com menor grau de exatidão também são utilizadas para medidas laboratoriais quando a confiabilidade não for crítica, ou seja, para valores de massa menos expressivas, quando medir em unidade de grama sem casas decimais por exemplo (SKOOG et al., 2006).

A pesquisa é um relato de experiência adquirido pelo aluno do curso de graduação em engenharia ambiental (no Instituto Federal Fluminense Campos Campus Guarus) na aula prática denominada tratamento estatístico de dados realizada no curso de graduação em Engenharia Ambiental

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o relato de experiência de um aluno do curso de graduação e elucidar os termos de exatidão e precisão no uso de balanças utilizadas comumente em laboratórios escolares e industriais. Foi utilizado como comparativo valores das medidas encontradas por dois tipos de instrumentos, balança comum e balança semi-analítica, pois são aparelhos comumente utilizados em laboratórios industriais e escolares. Por meio da aula prática, foi possível minimizar as dificuldades relacionadas a esses fatores comumente utilizados em ambientes tanto profissionais como acadêmicos.

METODOLOGIA

Este trabalho especifica-se a registrar e descrever os meios tomados para compreender a diferença entre os termos usados na aferição de massas. Os resultados desta pesquisa são decorrentes do relato de experiência que o aluno do curso de engenharia ambiental do Instituto Fluminense Campus Campos Guarus teve em uma aula experimental realizada na disciplina Química Analítica. Nessa aula o professor regente da disciplina foi direcionando aos educandos nas etapas descritas a seguir.

No desenvolvimento deste trabalho usou-se um mesmo peso padrão de 200,00g para ser medido por duas balanças diferentes. Para a aplicação da prática, foram pesados por cinco vezes a massa do peso padrão em uma balança comum de bancada com duas casas decimais e

repetiu-se a pesagem em uma balança semi-analítica com três casas decimais. Para cada série de dados obtidos na aula prática, foram analisados: a média amostral, o desvio padrão, o coeficiente de variação percentual e o intervalo de confiança da amostra em um nível de 95% de probabilidade. Por fim, através da utilização do teste F foi possível verificar se ocorreu diferença significativa entre os dois tipos de balança.

DESENVOLVIMENTO

Existem balanças para pesar grandes quantidades em quilogramas (Kg) ou quantidades muito pequenas em miligramas (mg) e microgramas (g). As especificações mais importantes de uma balança são: precisão, exatidão, capacidade e sensibilidade (VAL et al., 2008).

Independente do modelo e fabricante as balanças exigem certos cuidados para que sejam confiáveis os dados mostrados em suas medidas como: a regulagem do nível horizontal, pré-aquecimento do instrumento junto à rede elétrica, respeito ao limite de peso suportado, a faixa de temperatura ideal no ambiente, a minimização das vibrações e ruídos ao seu redor. Esses fatores além de dados mais confiáveis, proporcionam maior durabilidade para o equipamento (AFONSO & SILVA, 2004).

Balanças com menor grau de precisão possuem ampla utilização no dia a dia das pessoas e também em laboratórios industriais e escolares, pois favorecem na maior capacidade, robustez, velocidade e conveniência. São utilizadas quando não são exigidas maiores graus nas exatidões e podem ser integralmente automáticas, ou seja, sem necessidade de grandes ajustes manuais (SKOOG et al., 2006).

Balanças de maior precisão, como as analíticas, possuem uso mais restrito devido ao alto valor de mercado, na casa de milhares de reais, com isso também possui alto valor para manutenção desses instrumentos. Esses aparelhos são usados especialmente na determinação de massas em análises de maior precisão, determinando a quantidade absoluta e relativa de um ou mais elementos de uma amostra. As balanças de alta precisão geralmente apresentam o prato para colocação de amostras protegido por portinholas de vidro corrediças. Pois dessa forma, dificultam as leves ou imperceptíveis correntes de ar a levar instabilidade ao valor lido, ou até induzir a um grande erro de leitura. Devido à necessidade de precisão das medidas efetuadas nesse tipo de balança, os locais de uso devem estar em conformidade aos limites de tolerância especificados no manual de cada modelo (BOMFIM et al., 2012).

Em uma análise de dados de precisão e exatidão, as medidas físicas possuem certo grau de incertezas. Quando se faz uma medida, procura-se manter esta incerteza em níveis baixos e toleráveis, de modo que o resultado possua uma confiabilidade aceitável. A aceitação ou não dos resultados de uma medida dependerá de um tratamento estatístico. A estatística fornece ferramentas que são capazes de interpretar resultados com a probabilidade de aceitação e de rejeição dos resultados obtidos (MUNIZ, 2013).

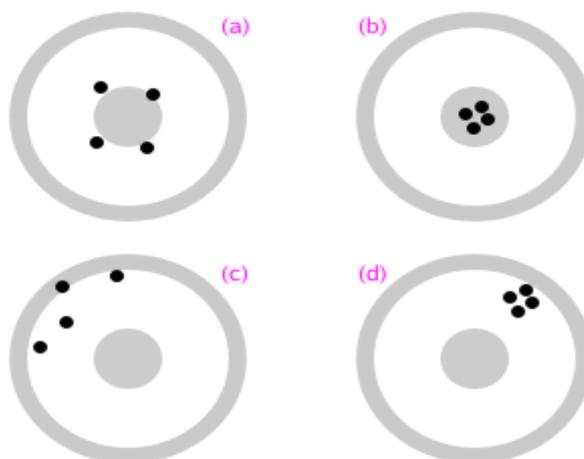
Por mais preciso que seja um instrumento ou capacitação do seu usuário a medida encontrada pode ser sempre aproximada. Essa limitação refere-se ao número de algarismos que serão utilizados para representar um resultado experimental. Nesse contexto, utiliza-se os algarismos com certeza de estarem corretos, de modo a admitir o uso de um único algarismo duvidoso, ou seja, o último a ser representado, desconsiderando-se o restante dos algarismos após o duvidoso, caso houver (BACCAN et al., 2001).

Em trabalhos laboratoriais utiliza-se o erro absoluto e erro relativo para análise dos dados. O erro absoluto é intrínseco do instrumento, ou seja, um percentual de variação próximo ao valor verdadeiro. Já o erro relativo é adimensional e dependente do maior ou menor valor medido. O erro relativo é utilizado em termo de porcentagem por cem ou por mil e representado pela fórmula abaixo (BACCAN et al., 2001).

É importante compreender a diferença entre exatidão e precisão em medidas de massas, pois é ideal que as medidas dos dados analíticos sejam exatos e precisos. A precisão é obtida pela menor variação entre os dados de um determinado ponto, já a exatidão é obtida pela maior proximidade do valor real ao valor verdadeiro (SKOOG et al., 2006). A precisão tem como base o desvio-padrão de uma série de repetições da mesma análise. Exatidão é a correspondência á real medida do objeto, dessa forma um instrumento pode ser preciso mas não ser exato (BOMFIM et al., 2012).

A figura 1 mostra de forma clara a diferença entre precisão e exatidão. Pode-se observar que (b) possui exatidão dos dados, (d) somente a precisão, e por fim, (a) e (c) com maior variação dos dados, portanto com menor precisão e exatidão.

Figura 1: Diferenciação entre exatidão e precisão



Fonte: Adaptado de BOMFIM et al. (2012).

Erros Sistemáticos ou Determinados são resultantes de desvios constantes nos resultados num mesmo sentido. São erros que podem ser determinados, evitados ou corrigidos. 1) Erros do método: Reações incompletas e ou paralelas, co-precipitação, indicador. 2) Erros operacionais: Técnica correta e experiência do analista minimizam. 3) Pessoais: São intrínsecos do operador, como por exemplo uma pessoa com daltonismo. 4) Erros instrumentais e erros de reagentes: Falhas nos equipamentos não calibrados ou com calibração imprópria, reagente com impurezas, dilatação das vidrarias por exemplo. Erros Aleatórios ou Indeterminados são resultantes da impossibilidade de se manter os fatores rigidamente idênticos, ou seja, são resultantes de efeitos de variáveis descontroladas nas medidas. As variações são, portanto inerentes ao sistema, irregulares e resultam em variabilidade (BACCAN et al., 2001).

Outro fato importante nesse trabalho foi o emprego da estatística para a confiabilidade de dados encontrados. Com base em Gujarati (2006), a utilização do teste F é efetiva para a comparação entre variâncias. Regazzi & silva (2004) ressaltam que o teste F é mais aconselhável, pois proporcionam menor taxa de erro, independente do número de amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros dados coletados na balança comum, como apresentado no quadro 1, pode-se observar que a média amostral da massa (\bar{X}) não obteve grande diferença dos dados.

Entre tanto, as casas decimais obtinham dados distante das casas decimais do valor real. Com o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV%), mesmo que pequena, foi possível notar a variação na precisão dos dados. Já no intervalo de confiança (μ), notou-se uma posição de certa distância da média amostral (\bar{X}).

Quadro 1: Cálculos dos dados para a balança comum

X_i	$ X_i - \bar{X} $	$(X_i - \bar{X})^2$
200,22	0,008	0,000046
200,20	0,012	0,000144
200,21	0,002	0,000004
200,22	0,008	0,000046
200,21	0,002	0,000004
$\Sigma = 1001,06$	$\Sigma = 0,032$	$\Sigma = 0,000280$
$\bar{X} = \frac{\Sigma x}{n}$ $X = 1001,065$ $X = 200,212$		$S = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{X})^2}{N-1}}$ $S = 0,0002804$ $S = 0,008366600265$ $S \approx 0,00837$
$CV(\%) = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$ $CV(\%) = 0,00837200,212 \times 100$ $CV(\%) = 0,004180568...$ $CV(\%) = 0,00418\%$		$\mu = \bar{X} \pm t \frac{S}{\sqrt{N}}$ $\mu_1 = 200,212 + 2,7764 \times 0,008375$ $\mu_1 = 200,212 + 0,01039255883$ $\mu_1 = 200,212 + 0,0104$ $\mu_1 = 200,2224$ $\mu_1 \approx 200,222$ $\mu_2 = 200,212 - 0,0104$ $\mu_2 = 200,2016$ $\mu_2 \approx 200,202$

Fonte: Autoria própria (2019).

Nos dados coletados na balança semi-analítica (quadro 2) já demonstra pouca diferença entre o valor real e o encontrado, como pode ser observado junto a sua média amostral da massa (X). Mesmo com pouca variação o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV%), podem demonstrar a variação dos dados encontrados, mesmo que quase improváveis. Já no intervalo de confiança (μ), verificou-se uma posição numeral abaixo da média amostral da massa, porém muito próximo do valor real.

Quadro 2: Cálculo dos dados para a balança semi-analítica

X_i	$ X_i - \bar{X} $	$(X_i - \bar{X})^2$
200,000	0,0004	0,00000016
200,000	0,0004	0,00000016
200,000	0,0004	0,00000016
200,001	0,0006	0,00000036
200,001	0,0006	0,00000036
$\Sigma = 1000,002$	$\Sigma = 0,0024$	$\Sigma = 0,00000120$
$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$ $X = \frac{1000,0025}{5}$ $X = 200,0004$		$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$ $S = \sqrt{\frac{0,00000120}{4}}$ $S = 0,000547722575$ $S \approx 0,000548$
$CV(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$ $CV(\%) = 0,000548200,0004 \times 100$ $CV(\%) = 0,000273999452$ $CV(\%) = 0,000274\%$		$\mu = \bar{X} \pm t \frac{S}{\sqrt{N}}$ $\mu_1 = 200,0004 + 2,7764 \times 0,0005485$ $\mu_1 = 200,0004 + 0,0006804208\dots$ $\mu_1 = 200,0004 + 0,000680$ $\mu_1 = 200,00108$ $\mu_1 = 200,0011$ $\mu_2 = 200,0004 - 0,000680$ $\mu_2 = 199,99972$ $\mu_2 = 199,9997$

Fonte: Autoria própria (2019)..

Na abordagem do conceito de precisão dos dados, segundo Skoog et al. (2006), quanto maior for a variação das medidas menor será a precisão dos resultados. Os valores do desvio padrão nas duas amostras apresentaram pouca variação entre as amostras. Porém, pôde-se observar que a balança semi-analítica demonstra menor valor de dispersão dos dados, em relação aos dados obtidos através da balança comum.

Gujarati (2006) ressalta que o teste F compara as variâncias mensurando a significância geral das variáveis. Com isso, a relação entre os níveis de confiança das balanças pôde-se ser observado também pelo teste F (Quadro 3), quando a razão das duas variâncias

estabelece uma diferença estatisticamente significativa na precisão usando o grau de liberdade para cada variância. Pois o resultado encontrado pelo teste em F calculado (F_c) apresentou valor maior que o representado pelo F tabelado (F_t) através da tabela de 95% de confiabilidade nesse teste.

Quadro 3: Cálculo comparativo do teste F

$$F_c = \frac{S_{maior}^2}{S_{menor}^2} \quad F_c = \frac{0,00837^2}{0,000548^2}$$

$$F_c = 223,2866029 \quad F_c = 223,287$$

$$F_t (9,277) < F_c = 223,287$$

Fonte: Autoria própria (2019).

No esclarecimento quanto a exatidão dos dados, Baccan et al. (2001) explica que a exatidão de uma medida está relacionada com a proximidade em que se encontra o valor medido do valor verdadeiro da grandeza. Assim, observando os resultados obtidos com o cálculo para porcentagem do erro relativo (Quadro 4), foi possível observar que a balança semi-analítica possui maior exatidão nos dados encontrados. Pois desconsiderando a quarta casa decimal não obteve percentual de erro, já na balança comum foi encontrado, mesmo que um pequeno valor.

Quadro 4: Cálculo para porcentagem do erro relativo

balança comum	$\% Er = \frac{200,212 - 200,00}{200,00} \times 100$ $\% Er = \frac{0,21}{200,00} \times 100$ $\% Er = 0,105$ $\% Er = 0,10$	$\frac{200,212 - 200,00}{200,00}$
balança semi-analítica	$\% Er = \frac{200,0004 - 200,000}{200,000} \times 100$ $\% Er = \frac{00,000}{200,000} \times 100$ $\% Er = 0,000$	$\frac{200,0004 - 200,000}{200,000}$

Fonte: Autoria própria (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação a massa do peso padrão usado na prática de laboratório com as balanças, a balança comum apresentou um desvio padrão 15 vezes maior que a semi analítica. Além disso, segundo o resultado do teste F, as balanças apontaram uma diferença significativa. Sob a observação dos resultados encontrados no erro relativo, pôde-se julgar a balança semi-analítica como mais adequada para ser utilizada no laboratório.

Nesse trabalho foi possível compreender que, com a teoria é possível elucidar e incitar o uso dos termos estudados para que possa vir a desenvolver o entendimento dos mesmos quando necessários. Porém, quando utilizados em aulas práticas, os termos tornam-se mais compreensivos, pois através do trabalho executado da coleta dos dados indicados nos instrumentos, pôde-se ter maior entendimento dos conceitos teóricos apresentados em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J.; SILVA, R. M.. A evolução da balança analítica. **Quím. Nova**, v. 27, n. 6, p. 1021-1027, 2004.
- BACCAN, N.; ANDRADE, J.C; GODINHO, E. S; BARONE, J.S. **Química analítica quantitativa elementar**. 3°.ed. São Paulo: Edgard, 2001.
- BOMFIM, J. C.; BRITO, K. B.; MARCELINO, T. P.; SANTALINO, F. C.; ALMEIDA, B. R. Medidas de massa nas rotinas farmacêuticas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, n.14, 2012.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- MUNIZ, S. R. **Introdução à análise estatística de medidas**. In: Fundamentos da Matemática - Módulo 2. Cap 14. Licenciatura em Ciências. USP/Univesp. São Paulo, 2013.
- REGAZZI, A. J.; SILVA, C. H. O. Testes para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear em dados de experimento com delineamento em blocos casualizados. **Revista Cares**, v. 57, n. 3, p. 315-320. Viçosa, 2010.
- SKOOG, D. A.; WEST, D.M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. **Fundamentos de Química Analítica**. 8ª Ed. São Paulo: Editora Thomson, 2006.
- VAL, A. M. G.; NASCENTES, C. C.; MACHADO, J. C. **Segurança e Técnicas de Laboratório I**. Curso de Licenciatura em Química.UFMG (2008). Disponível em: <http://www.ufjf.br/quimicaead/files/2013/09/TecnicasBasicasSegLab_I_final_editora-_130409.pdf> Acessado em: 31 mar. 2019.